果實蠅在檬果上之為害特性及整合性管理

黃毓斌[1,2] 高靜華[1] 江明耀[1] 謝雨蒔[1]

摘要

檬果在台灣屬季節性果樹，栽培面積達 17000 公頃，主要集中於屏東、高雄及台南，嘉義以北之地區僅零星栽培，產季從本地種檬果 4 月至晚熟種改良種凱特 9 月結束，台灣地處亞熱帶，氣候適宜，近年由於農業栽培技術改良與進步，新品種整年皆可生產。東方果實蠅因具有高繁殖力及極佳之飛行力，族群可藉由多樣的寄主持續繁衍，檬果即為其危害嚴重之寄主。果實蠅主要為害檬果果實，少數單偽果或不良果黃化時可發現產卵痕跡，大部分均於熟果期果實轉色後大量危害，此種為害特性以本地種檬果及愛文品種最為常見。須經催熟之金煌或凱特品種則於中果期套袋保護，果實蠅為害風險較低，惟於集貨場或包裝場風險極高。台灣本島因栽培地區地理環境及氣候差異，針對果實蠅發生時期及其防治重點策略稍有不同，屏東地區因果實成熟期較其他地區早，防治關鍵應與蓮霧產期時著手進行。高雄及台南地區須注意印度棗後期及番石榴產期配合防治。其他檬果零星栽培區對果實蠅防治時應與鄰近寄主作物共同進行。以滅雄 (male annihilation)、食物誘餌 (food bait) 及田間衛生 (Sanitation) 為基礎的區域防治，藉由嚴密地密度監測與地理資訊網絡，果實蠅防治工作較能彰顯。

關鍵詞： 東方果實蠅、檬果、區域防治

前言

東方果實蠅 (Oriental fruit fly，*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 俗稱蜂仔或果實蠅，長久以來被視為亞太地區危害經濟果樹最為嚴重之害蟲，此類果實蠅於適宜環境下具高繁殖能力，短期內族群能夠迅速增長，造成寄主果實落果及腐爛，失去商品價值。另外其為害寄主種類繁多，大凡園藝作物如檬果、番石榴、楊桃、蓮霧、桃、梨及柑桔類等皆可為害。果實蠅之生活史中，在不同生命階段有不同生態環境，成蟲具飛行能力，可作長距離分散，其日間活動則以覓食、產卵或交尾為主，因此藉由誘引劑才能有效誘引成蟲。幼蟲期則因於果實內潛行蛀食，藥劑防治不易達

[1] 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組助理研究員、研究員、助理研究員及助理研究員。台灣台中縣 霧峰鄉。
[2] 通訊作者，電子郵件：ybhuang@tari.gov.tw；傳真機：(04) 23309097。

成，惟可利用田間衛生清理受害果加以克服防除。老熟幼蟲鑽入土壤化蛹，最易受天敵攻擊或土壤環境變化影響 (圖 1)。雌產卵主要以成熟鮮果為主，其果實香味、大小及色澤指標為產卵選擇之偏好，影響其產卵行為及產卵量 (Christerson, 1960; Bateman, 1972)。不同寄主水果其產卵偏好亦有差異，其中雌蟲在番石榴與柑桔上產卵量最高，香蕉及芒果次之，蓮霧則最低 (劉及黃, 1990)。

針對果實蠅族群生態特性，採取適當防治技術，是為防治果實蠅最佳策略，其田間棲息地之生態特性，可分 4 個繁衍棲息地 (habitant)，1. 果樹栽培區：最能反應作物經濟損害，採收期之果實對於果實蠅入侵危害特別敏感，此地區亦常為果實蠅防檢疫工作最重要之地區；2. 廢棄果園：因生產成本不敷支出而停止管理或長期性停止耕作之果樹，短期性廢棄果園常提供果實蠅額外滋生源，短期內會造成族群大量發生。長期性廢棄果樹會提供果實蠅族群休養之機會，使族群不斷繁衍；3. 零星栽培：一般家庭田園零星栽培，屬自給自足、零售或觀賞用，缺乏專業管理之措施，甚少利用農業上之防治資材。一般對於蟲害問題均採消極阻絕方式，常為果實蠅防治之死角；4. 野生寄主：在台灣常見果實蠅危害之寄主有 80 餘種，其中 20 餘種屬經濟性作物，其餘非經濟性栽培作物仍佔多數，但此類作物之果實，不具經濟價值，故一般於果實蠅防治上甚少被注意，惟此類作物可提供果實蠅暫時分散及棲息之場所，使果實蠅有再度入侵果樹栽培區之機會。

果實蠅在檬果上之為害特性

我國檬果栽培面積約 17000 餘公頃，本地種檬果主要分布於屏東及台南，改良種愛文主要產區分佈於屏東、高雄、台南等地區，其餘如嘉義縣，南投縣、台中縣等只有零星栽培 (農糧署農情報告資源網, http://agr.afa.gov.tw/afa/)。屏東地區愛文品種的開花期約在 12 月中~下旬，1~2 月幼果期，3 月為生理落果期，4 月為果實肥大期，5 月為成熟及收穫期。高雄、台南地區一般開花期等約晚 1 個月。6~7 月為成熟及果實採收期 (凱特等晚熟品種可延後至 8~9 月採收)。基於檬果生長季節及不同品種間之差異，茲分別就果實蠅為害時特性加以探討：

一、依檬果生長季節

開花期：無文獻報導果實蠅為害檬果花器。

結果期：依果實大小及硬度 (膨壓) 可分 4 種方式：

1. 小果期：不良果 (單偽果) 轉色老化時，果香會吸引果實蠅雌蟲產卵，惟幼蟲發育不佳，難完成世代。
2. 中果期：由於果實逐漸膨大硬化，通常果實蠅無法順利產卵，惟於疏果掉於地上後，其果實軟化後香味吸引雌蟲產卵，幼蟲可順利發育完成世代。
3. 熟果期：隨果實成熟度增加，檬果果實被果實蠅為害機率增大 (劉及黃, 1990)，果實轉色逐漸軟化或成熟度達 8 分後，果香氣味吸引果實蠅雌蟲於果皮產卵 (圖 2)，此時期成蟲白天來回果園產卵或覓食。

4. 採收後果實：經催熟之果實軟化，果香漫溢，常吸引成蟲進入無隔離裝置集貨場產卵，致果實出貨後被檢出受害或於包裝分級場被檢出被害果。

二、依檬果品種

1. 本地種 (在來種) 檬果：俟樹上果實成熟後才採收販賣，採收期常受到果實蠅嚴重為害。果實蠅危害風險高，雌蟲產卵於果皮內，幼蟲大都喜於果皮與果肉間蛀食，可能與果皮厚及果肉纖維較多有關。此品種樹種較高，很少套袋防蟲，於中果期採收部份果實進行檬果青 (情人果) 加工。一般公共造產的檬果樹種，蟲害管理粗放，幾乎成果實蠅孳生源，屏東縣沿山公路、高雄縣大崗山沿線檬果種植皆屬之。屏東部份鄉鎮種植經改良矮化品種，蟲害管理已逐漸專業化，果實蠅為害已可控制。
2. 愛文：果實採全熟採收，皮薄肉多，果實蠅直接產於果皮內，幼蟲潛行蛀食果肉。一般幼果期較少被危害，果實蠅密度高時偶有發現畸形果或不良果 (單偽果) 被產卵，然卵無法孵化或幼蟲發育瘦小。此品種中果期病蟲害問題皆採套袋管理，避免成熟果時被為害，一般外銷供果園則於 7~8 分熟度採收，故此品種被果實蠅為害風險低，然集貨場及分級包裝場的周圍環境是防檢疫死角，相關隔離裝置或防治措施不可輕忽。
3. 金煌：較少全熟果採收，大都以 7~8 分熟果催熟，果實蠅田間為害風險低。果實皮薄肉多，常以雙層內襯黑色套袋保護，近果蒂部位易受果實蠅產卵為害。
4. 凱特：屬晚熟品種，8~9 月仍常見，此品種常受日照時甜度會較高，惟避免果實蠅為害，常以雙層內襯黑色套袋保護。若套袋包裝不實，果蒂部位常受到果實蠅產卵。
5. 四季檬果：同一株樹種會出現成熟果實及其它分枝開花，一年四季可見果實，皮薄肉多種子小為此品種之特色。若冬季結果時可避開夏季果實蠅高峰期，危害風險較低，以透光紙袋保護果實，避免果實蠅直接為害。

重要檬果產區內其果實蠅族群變化情形與防治策略

大部分檬果品種生產屬季節性，然檬果產區通常鄰近其它果實蠅寄主水果栽培如印度棗、蓮霧及番石榴等，其產期如圖 3。玆依照不同檬果產地生長期及果實蠅族群發生特性，探討各檬果產地果實蠅族群變化與防治策略 (圖 4)

一、屏東地區

以本地種檬果及愛文品種為主，開花及結果期均較其他縣早，產地果園如鹽埔、內埔及枋寮鄉等鄰近蓮霧栽種區。由果實蠅族群變化趨勢來看，此地區族群增長從 3 月延續至 9 月。因蓮霧採收後期 (3 月後)，樹種剪枝更新之前，病蟲害採粗放管理，此期間環境溫度上升，果實蠅族群增長迅速，若防治果實蠅工作執行不徹底，其孳生族群將會持續危害早熟芒果如本地種檬果，果實蠅族群危害壓力進而影響下一期的愛文及金煌果實採收 (圖 3)。因此本地區地果實蠅防治關鍵期為每年

蓮霧採收當季 (12~2 月) 就要著手防治，整體防治面應擴大至沿山公路旁兩側公用樹林。

二、高雄地區

本地種檬果種植大都分布於大崗山沿線，屬於粗放管理。改良種以愛文及金煌品種為主，少部份晚熟種為凱特。田寮鄉阿蓮鄉及六龜鄉為主要產地，產地果園鄰近番石榴及印度棗果園。本地區果實蠅族群消長全年相當穩定，主因該縣全年性作物番石榴栽培面積最大，而印度棗及檬果等季節性寄主水果提供豐富食物資源。通常於農曆春節過後價格大跌，農民著手進行印度棗整園及剪枝作業，未採收之樹上果任意丟棄，招引果實蠅族群孳生，族群衍生至鄰近番石榴園，族群發展至農曆清明節後，番石榴樹種進行剪枝作業，採粗放管理，若果實蠅防治工作不徹底，其孳生族群將會持續危害早熟芒果如本地種檬果，若防治層面不足，後期的愛文及金煌，果實蠅族群危害壓力將會更大。因此本地區地防治關鍵在於印度棗及番石榴採收當季 (2~3 月) 就要著手防治，整體防治面應擴大至大崗山旁兩側公用樹林。

三、台南地區

以本地種檬果及愛文品種，佔全縣果品栽培面積 31% (依農委會農情報告資源網 http://agr.afa.gov.tw/afa/ 98 年資料)，開花及結果期均較高屏晚，主要產地為玉井鄉、楠西鄉、南化鄉、大內鄉、官田鄉。另楊桃、番石榴及蜜棗分佔全縣果品栽培面積 6%、2% 及 1%。本地果實蠅族群密度高峰主要於檬果盛產期，其全年性寄主水果番石榴及楊桃產季期間之防治工作，仍居關鍵。整體防治時程應於農曆立春 (約 2~3 月) 著手進行。

四、嘉義及其它本省檬果產地

嘉義縣主要生產改良品種，以番路鄉栽培面積最大，其次為中埔鄉。轄區內仍有番石榴、蓮霧及印度棗等零星栽培，果實蠅發生密度高峰約於檬果採收後期，因此其採收後期之田間衛生將是重要關鍵。

果實蠅防治技術與綜合性管理應用

根據國內外有關果實蠅防治技術報導，以滅雄法 (male annihilation) 及食物誘餌 (food bait) 最為常用，此類技術誘殺效果穩定，所用資材取得容易且成本低廉。所使用之方式係依照果實蠅行為生態特性加以研發，茲分述如下：

一、滅雄法

基於果實蠅雄成蟲性成熟後，觸角內化學接受器 (chemical receptor) 對於甲基丁香油化學分子極為敏銳，雄成蟲藉此定位取食含有混合農藥之甲基丁香油後造成死亡，雄蟲經大量撲殺後，雌成蟲與雄蟲交尾機會降低，子代無法繼續繁衍，族群密度無法增加，而達到降低果實蠅族群之防治目標。此技術由於壓制族群密度效果明顯，不但符合經濟效益，且廣為國際上實施防治果實蠅時所採用。此技術在於誘殺雄蟲，故誘殺時機是為關鍵，於開花期或中果期前應開始防治，若能大面積持續

進行更佳，若於族群密度高時進行誘殺，效果不易彰顯。

目前誘殺方法有二種，一為浸漬含毒甲基丁香油之誘殺板，另一為含毒甲基丁香油藥液放置於特定誘蟲盒，懸掛於果園附近或灌木林遮陰處。可長期使用，高度約 100~150 公分，每公頃約 4~6 片，使用數量農民可依果園範圍適度調整，惟須保持至少 30~50 公尺距離。目前此類資材仍由農委會動植物防疫檢疫局統籌供應，依季節及疫情分發給農民使用。

二、食物誘殺

成蟲為延續生存及繁衍後代，亟須從自然界攝取食物，以獲得營養，尤其蛋白質之攝取更為雌蟲生殖產卵所必需，利用蛋白質水解物誘殺雌成蟲為防治果實蠅重要技術之一，惟此食物誘餌持效短且誘引距離近，於族群密度驟升或結果期，以點噴添加農藥之蛋白質水解物使用即可。目前市售蛋白質水解物或酵母水解物皆可誘引成蟲取食，據國內外報導，配製蛋白質水解物添加硼砂可提升 PH 值，藉此提高誘引能力及延長時效，每公頃用量 2~4 公升量，點噴於果樹或果實蠅棲息樹木上，田間試驗效果極佳。另國外研發新型蛋白質水解物添加低毒性生物製劑 (GF120)，能夠毒殺成蟲，國內已由農藥商取得販賣登記，另國外引進無農藥酵母球誘餌及國內自行研發酵母乾式誘餌之測試效果均有一定誘蟲效果，極具防治果實蠅潛力。

除了上述防治技術外，套袋則為防堵果實蠅為害方式之一，惟須考量成本，使用時須注意紙袋是否會影響寄主果實成熟或傷害及套袋防治時機。藥劑防治方面，植物保護手冊裡有關果實蠅防治推薦農藥屈指可數，化學藥劑無法徹底防除，抗藥性及農藥殘毒問題須克服之。

針對果實蠅防除，現有防治技術已臻成熟，農政單位每年投入大筆經費與人力，在農民配合下，進行全島性果實蠅防治工作，並設置全國密度監測網，掌握疫情資訊，以便採取防治手段。然果實蠅嚴重危害仍時有所聞，熱源區 (hot spot) 經常出現高密度族群，死角不易防除，防治工作出現瓶頸。果實蠅孳生源常引起果實蠅族群大量發生，造成嚴重經濟損害，棲息處所列為防治重點，同時依據其特性，採取不同防治層面，因而衍生了 Knipling (1979) 所提區域防治觀念，所謂區域共同防治 (Area-wide control)，乃是在一定區域內，運用人力及防治資材，於同一時期進行全面性防治工作，使區域內害蟲族群長期控制於低密度，廣泛運用區域共同防治，可控制栽培區內果實蠅之繁衍，族群蹤跡可藉監測資材調查出來，進而採取防治措施，依照 Lindquis (2000) 報導提出實施「區域防治」要件：1. 一群生產者；2. 防治是有組織性的；3. 長期而且是主動計畫的；4. 高科技的技術；5. 對環境的影響。區域防治所要達成的目標是藉由很多人的參與，在特定區域內使目標害蟲降低到非經濟水平。

以經濟效益而言，我國在人口稠密及土地被充份利用下，進行全島大規模果實蠅防治似乎不太可能。然經過劃定之防治區域， 容易找到各區域內之果實蠅防治

重點，依各地作物特性及產銷體系，防治目標便可達成。澳洲政府曾於 1995 年針對木瓜實蠅 (*Bactrocera papayae*) 之入侵危害，於昆士蘭地區採取滅雄法 (male annihilation) 及食物誘餌 (food bait) 種低成本及效益高之防治技術。實施大面積區域防治 (涵蓋面積約 78000 平方公里)，並劃分危害區、緩衝區及非疫區，逐步展開撲殺木瓜實蠅，持續進行防治後，於 1997 年 7 月全島偵測時，已很難找到族群蹤跡及受害果 (Aluja, 1996)。由此可見，採用果實蠅共同防治，除全面性防治外，劃分防治範圍，依據各區之特性，施用不同程度之防治手段，防治成效較易達成。

果實蠅在檬果外銷檢疫上之蟲害問題

東方果實蠅為國際間重要檢疫害蟲，自溴化甲烷被禁用於蔬果檢疫處理後，基於環境保護原則，檢疫處理技術發展以物理除蟲或尋求溴化甲烷替代物為最主要方向。一般持續高溫下，果實蠅卵或幼蟲皆會被殺死 (Armstrong et *al*., 1989)，在考量果實品質與殺蟲能力，目前我國檬果外銷檢疫技術採蒸熱處理，果實中心溫度須達 46.5°C，時間維持 30 分鐘，此技術已被日本、美國及韓國等國認證接受。鑑於高溫對果實品質及口感仍有影響，開發其它化學物理除蟲如 X 光照射等技術開發，實為克不容緩。

未來展望

農試所參考夏威夷防治果實蠅之經驗，推行區域共同防治 (Vargas *et al*., 2007)，即在農民強烈之產銷組織下，自行劃定防治區，教育農民如何實施防治工作，定期實施全面防治，並於區內外設置密度監測點，掌握果實蠅滋生源及可能入侵危害之族群，整個防治區以地理資訊系統 (Geographic Information System) 管理，瞭解防治區附近作物相，使果實蠅防治效能提高 (鄭等, 2003; 蘇等, 2003)。防治區所使用之防治技術有三大項，1. 滅雄法；2. 食物誘餌；3. 果園清潔 (Sanitation)。因區域防治技術著重全面性及持續性，當前面兩項工作進行時，若加入田間衛生工作後，可減少果實蠅滋生源，此時果實蠅族群受到壓制又無新生族群出現，防治區果實蠅就會被壓制至低密度水平及低受害，進而達到防治目標 (黃等, 2008; 鄭等, 2007)。除了定期防治外，同時於防治區內外設置監測點，掌握蟲源滋生地，迅速加以防治，減低防治區再入侵果園之機會，擴大緩衝區範圍，減低果實蠅再為害之機會，單以一個具有共同目標的生產班，團結所有參與農民的力量共同來執行防治工作，成效能夠彰顯。農業試驗所針對區域防治之輔導已由台東縣釋迦產區、嘉義縣大林鎮芎蕉山柑桔產區及圳南村蓮霧產區之示範推廣 (Kao *et al*., 2008)，逐步推展於竹崎龍山村、番路鄉下坑村及中埔鄉金蘭村，並協助區改良場建立區域防治示範區。中部地區如台中縣石岡鄉、東勢鎮及和平鄉等鄉鎮已可獨立

自主整合柑桔產銷班組織，建立當地果實蠅區域防治示範區。

就果實蠅防治工作而言，區域防治可建立族群變化資訊、蟲害管理履歷及作物生產管理資訊，這樣的防治理念正逐漸受到農民重視，未來對於外銷供果園之建置，符合外銷檢疫上之要求，提供完善之供果資料，減低檢疫處理之成本。

引用文獻

鄭允、高靜華、江明耀、黃毓斌。2003。東方果實蠅防治現代化-區域防治之策略與執行。第 49-66 頁。植物保護管理永續發展研討會專刊。何琦琛等主編。中華植物保護學會編印，台中。

蘇文瀛、陳秋男、鄭允、黃毓斌。2003。 台灣東方果實蠅族群之地理分布及統計預測。第 67-110 頁。植物保護管理永續發展研討會專刊。何琦琛等主編。中華植物保護學會編印，台中。

鄭允、蘇文瀛、李木川、高靜華、黃毓斌、江明耀。2007。瓜果實蠅的區域性整合管理。第 91-106 頁。台灣植物保護發展願景研討會專刊。陳健忠等主編。台灣昆蟲學會編印，台中。

黃毓斌、高靜華、江明耀、鄭允、李木川。2008。東方果實蠅小面積區域防治模式研究 (一) 柑桔園之測試。台灣農業研究 57: 63-73.

劉玉章、黃莉欣。1990。東方果實蠅之產卵偏好。中華昆蟲 10: 159-168。

Aluja, M. 1996. Future trends in fruit fly Management. In: Fruit fly pests-a world assessment of their biology and management. (Eds: Bruce A. Mcpheron and Cary J. Steck). 309-317.

Armstrong, J. W., J. D. Hansen, B. K. S. Hu, and S. A. Brown. 1989. High-temperature forced-air quarantine treatment for papayas infested with tephritid fruit flies. J. Econ. Entomol. 82:1667-1674.

Bateman, M. A. 1972. The ecology of fruit flies. Ann. Rev. Entomol. 17: 483-518.

Christenson, L. D., and R. H. Foote. 1960. Biology of fruit flies. Ann. Rev. Entomol. 5: 171-192.

Kao, C. H., Y. B. Huang, M. Y. Chiang, E. Y. Cheng, and Y. L. Hsieh. 2008. Area-wide management of oriental fruit fly and melon fly in Central Taiwan. pp 27-36. *In*: Proceedings of the International Symposium on the Recent Progress of Tephritid Fruit Flies Management. Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung, Taiwan.

Knipling, E. F. 1979. The basic principles of insect suppression and management. Agriculture Handbook. No. 512. USDA, SEA, Washington, D. C. 659 pp.

Lindquist, D. A. 2000. Pest management strategies: area-wide and conventional, pp. 13-19. *in*: Proceedings of the Area-wide Control of Fruit Flies and Other Insect Pests, Penerbit Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia.

Vargas, R. I., R. F. L. Mau, R. Wong and E. B. Jang. 2006. Successful utilization of the area-wide approach management of fruit flies in Hawaii. pp. 31-40. *in*: Proceedings of the International Symposium on Area-wide Management of Insect Pests., Japan.

The infestation and integrated pest management of the oriental fruit fly on mango

Yu-Bing Huang[1,2], Cing-Hua Kao[1], Ming-Yau Chiang[1] and Yi-S Shieh[1]

Abstract

Mangos in Taiwan cover a cultivated area of 17,000 hectares, and are mainly produced in the areas of Pingtung, Kaohsiung, and Tainan. The typical production season of mangos spans from April to September, but in recently the mango season has been extended throughout the year, due to improvements in cultivation techniques. Oriental fruit flies cause serious damage on mango fruits. Control strategies for oriental fruit flies differ based on regional geography and climate. In the Pingtung region, fruit matures earlier than it does in other regions. As a result, control of oriental fruit flies should be initiated during the wax apple production period. Control in Kaohsiung and Tainan regions should be applied at harvest season of India jujube and guava. In other mango cultivation areas, the control of oriental fruit flies should be implemented with other neighboring host plants. Male annihilation, food bait, and field sanitation other control methods that could be implemented regionally. The effectiveness of control of oriental fruit flies can be highlighted by the close monitoring of population fluctuations and the application of geographic information systems.

Key words: Oriental fruit fly, Mango, Area wide control.

1. Respectively, Assistant Entomologist, Senior Entomologist, Assistant Entomologist, and Assistant Entomologist, Applied Zoology Division, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
2. Corresponding author, e-mail: ybhuang@tari.gov.tw; Fax: (04) 23309097.

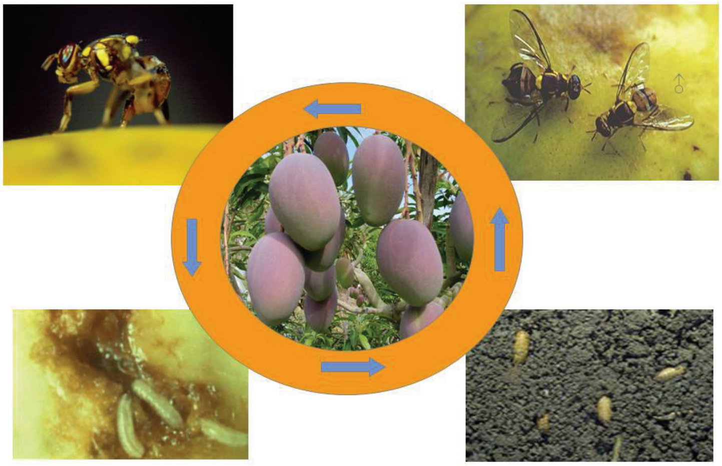

圖 1. 東方果實蠅之生活史。
Fig. 1. The life cycle of oriental fruit fly.

圖 2. 果實蠅雌蟲於檬果上產卵。
Fig. 2. The female laid eggs on mango.

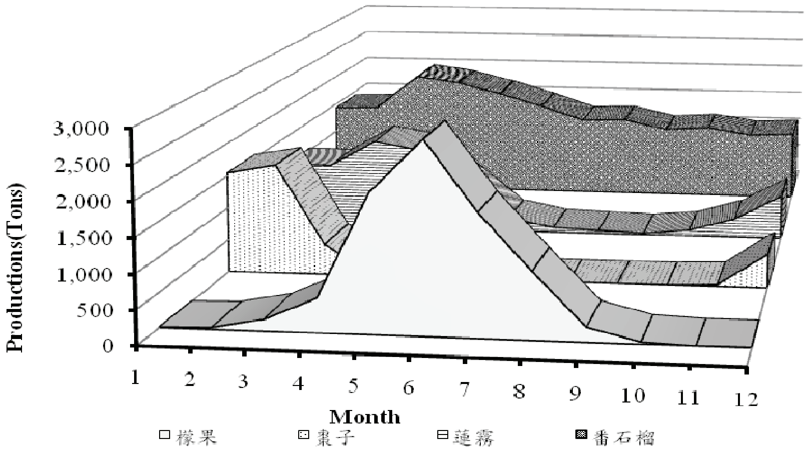

圖 3. 常見四種寄主水果產期及產量之示意圖。

Fig. 3. The differences of productive season and productions among the four host plants.

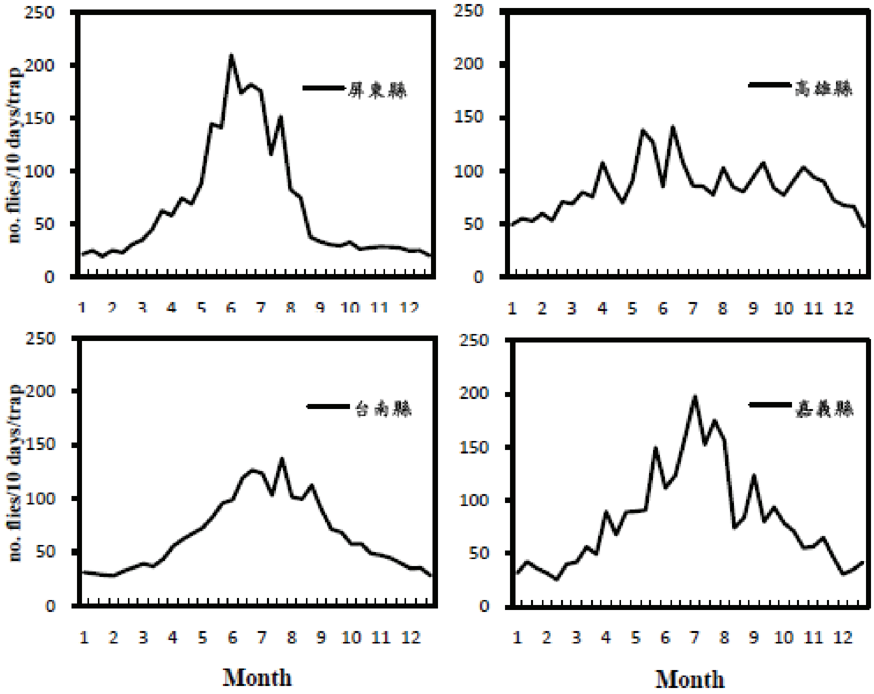

圖 4. 近 3 年重要檬果產區東方果實蠅族群變化情形。

Fig. 4. The population fluctuation of oriental fruit flies on important cultivated mango area in 2007~2009.